

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月15日
Date of Application:

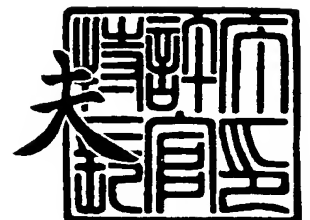
出願番号 特願2003-109767
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-109767]

出願人 日立工機株式会社
Applicant(s):

2004年 2月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3011775

【書類名】 特許願

【整理番号】 2003004

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F04B 41/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社
社内

【氏名】 飯村 良雄

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社
社内

【氏名】 折笠 博明

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社
社内

【氏名】 内田 俊明

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社
社内

【氏名】 砂押 光広

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社
社内

【氏名】 瀬川 和宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005094

【氏名又は名称】 日立工機株式会社

【代表者】 武田 康嗣

【代理人】

【識別番号】 100072394

【弁理士】

【氏名又は名称】 井沢 博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 164058

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0201528

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 空気圧縮機及びその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空気工具に用いられる圧縮空気を貯留するタンク部と、圧縮空気を生成し、上記タンク部に供給するための圧縮空気生成部と、該圧縮空気生成部を駆動するためのモータを有する駆動部と、該駆動部を制御するための制御回路部とを有する空気圧縮機において、上記駆動部のモータの温度を検知する温度センサを有し、上記制御回路部は上記温度センサの検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することを特徴とする空気圧縮機。

【請求項 2】

請求項 1 において、上記タンク部の圧縮空気の圧力を検出する圧力センサを有し、上記制御回路部は上記温度センサ及び上記圧力センサの検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することを特徴とする空気圧縮機。

【請求項 3】

請求項 1 において、上記駆動部の電源電圧を検出する電圧検出回路と、上記駆動部の負荷電流を検出する電流検出回路を有し、上記制御回路部は上記温度センサと、上記電圧検出回路及び電流検出回路の少なくとも一方の検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することを特徴とする空気圧縮機。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 又は 3 において、上記制御回路部は上記モータを高速、中速、低速の少なくとも 3 段階に制御することを特徴とする空気圧縮機。

【請求項 5】

空気工具に用いられる圧縮空気を貯留するタンク部と、圧縮空気を生成し、上記タンク部に供給するための圧縮空気生成部と、該圧縮空気生成部を駆動するためのモータを有する駆動部と、該駆動部を制御するための制御回路部とを有する空気圧縮機の制御方法において、上記駆動部のモータの温度を温度センサにより検知するステップと、上記温度センサからの検出信号に応じて上記モータの回転数を高速、中速、低速の少なくとも 3 段階に制御するステップとを有することを

特徴とする空気圧縮機の制御方法。

【請求項 6】

請求項 5 において、上記タンク部の圧縮空気の圧力を圧力センサにより検出するステップと、上記温度センサ及び圧力センサによる検出信号に応じて上記モータの回転数を高速、中速、低速の少なくとも 3 段階に制御するステップとを有することを特徴とする空気圧縮機の制御方法。

【請求項 7】

請求項 5 において、上記駆動部の電源電圧と負荷電流を検出するステップと、検出された電圧及び電流と上記温度センサによる検出信号に応じて上記モータを高速、中速、低速の少なくとも 3 段階に制御するステップとを有することを特徴とする空気圧縮機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は空気釘打機等の空気工具に用いられる圧縮空気を生成する空気圧縮機及びその制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に空気工具に用いられる空気圧縮機は、モータによって圧縮機本体のクランク軸を回転駆動し、このクランク軸の回転に応じてシリンダ内でピストンを往復動させることにより、吸気弁から吸い込んだ空気を圧縮するように構成されている。そして圧縮機本体で形成された圧縮空気は排気弁からパイプを通して空気タンクに吐出され、このタンク内に貯留される。空気工具はこのタンクに貯留された圧縮空気を用いて釘打等の作業を行うものである。

【0003】

このような空気圧縮機は建築現場に持ち運び野外で用いられったり、人家の密集している場所で使用されることが多いため、いろいろな観点から改良が求められている。本発明者等が現場で使用されている状況を調査した結果、ユーザから求められている要求、技術課題は次のような項目に整理することができる。

(1) 低騒音化

空気圧縮機はモータの回転をシリンダ内のピストンの往復動に変換する機構を有するためにモータの回転時にはかなりの騒音が発生するのを避けられない。またこの空気圧縮機からの圧縮空気を利用する釘打機なども作動時に作動音を出すため空気圧縮機自体の騒音と相まって建築現場の周囲にかなりの騒音が発生することとなる。特に人家の密集しているところで早朝や夕方以降に使用するときにはできるだけこの騒音を低減して欲しいという要求が大きい。

(2) 高パワー高効率化

空気圧縮機が用いられる現場は、必ずしも十分な電力環境にあるとは限らず、むしろ長いコードを用いて別の場所から電源電圧を供給するために十分な大きさの電圧が確保できなかったり、多数の空気工具を同時に使用するために圧縮空気が大量に消費されるような環境で使用されることがある。

【0 0 0 4】

このため、空気圧縮機から高パワーの出力を発生できなくなることがあり、出力が不足した状態で例えば釘打機を使用するといわゆる釘浮き現象が生じ、十分に釘を加工材に打ち込むことができなくなるという問題を生ずる。

【0 0 0 5】

また空気圧縮機は通常、空気タンクに $26 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ の圧縮空気を貯留しているが、この圧縮空気は工具を使用していない期間にも少しずつリークすることを避けられず、使い方によっては効率の低下を招くという問題もある。

(3) 小型化可搬性の向上

空気工具用の空気圧縮機はまれに据置型として用いられるものもあるが、殆どは可搬型であり建築現場に持ち込んで使用される。従ってできるだけ小型で可搬性に優れていることも要求される。従って圧縮空気生成部及びこれを駆動する駆動部の構成を複雑にして可搬性を損なうことは極力避けなければならない。

(4) 長寿命化

冷蔵庫や空調機等に用いられるコンプレッサに比べ空気工具に用いられる空気圧縮機は寿命が短いという問題がある。これは過酷な環境で用いられるため、一面においては止むを得ないところでもあるが、できるだけ負荷の変動を抑制した

り、無駄な圧縮空気の生成を抑えることにより更に寿命の長期化を図ることが望まれている。

(5) 温度上昇の抑制

シリンダ内のピストンの往復動及びピストンを駆動するモータに流れる電流により空気圧縮機はかなり高温になるのを避け難い。しかしながら圧縮機が高温になると損失が大きくなり高効率化を阻害する原因にもなる。従って空気圧縮機の温度上昇を可及的に抑制することも強く要望されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

以上述べたようないくつかの技術課題の中で本発明は特に上記(1)の低騒音化及び(5)の温度上昇の問題を改善しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために本発明は、空気工具に用いられる圧縮空気を貯留するタンク部と、圧縮空気を生成し、上記タンク部に供給するための圧縮空気生成部と、該圧縮空気生成部を駆動するためのモータを有する駆動部と、該駆動部を制御するための制御回路部とを有する空気圧縮機において、上記駆動部のモータの温度を検知する温度センサを設け、上記温度センサの検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することに一つの特徴がある。

【0008】

本発明の他の特徴は、上記タンク部の圧縮空気の圧力を検出する圧力センサを設け、上記温度センサ及び上記圧力センサの検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することにある。

【0009】

本発明の他の特徴は、上記駆動部の電源電圧を検出する電圧検出回路と、上記駆動部の負荷電流を検出する電流検出回路を設け、上記温度センサの検出信号と、上記電圧検出回路及び電流検出回路の少なくとも一方の検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することにある。

【0010】

本発明の他の特徴は、上記モータを高速、中速、低速の少なくとも3段階に制御することにある。

本発明の他の特徴は以下の説明により一層明瞭に理解される。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態について詳細に説明する。

本発明にかかる空気圧縮機は図1の概念図に示すように圧縮空気を貯留するタンク部10、圧縮空気を生成する圧縮空気生成部20、該圧縮空気生成部20を駆動するための駆動部30及び該駆動部30を制御するための制御回路部40より構成されている。

【0012】

(1) タンク部10

タンク部10は図2に示すように高圧圧縮空気を貯留するための空気タンク10Aを有し、圧縮部20Aの吐出口に連結されたパイプ21を通して例えば20～30kg/cm²の高圧圧縮空気が供給される。

【0013】

上記空気タンク10Aには通常複数個の圧縮空気取出口18、19が設けられており、本実施例では低圧の圧縮空気を取り出すための取出口18と、高圧の圧縮空気を取り出すための取出口19が取り付けられている例が示されている。勿論本発明がこれに限定されるものではない。

【0014】

低圧用圧縮空気取出口18は減圧弁12を介して低圧用カプラ14に接続されている。減圧弁12はその入口側の圧縮空気の圧力に拘らず出口側の圧縮空気の最高圧力が定められており、本実施例ではその最高圧力が7～10kg/cm²の範囲の所定値に選定されている。従って減圧弁12の出口側からは空気タンク10Aの圧力に拘らず上記の最高圧力以下の圧力の圧縮空気が得られる。

【0015】

減圧弁12の出力側の圧縮空気は低圧用カプラ14を介して図1に示した低圧用の空気工具51に供給される。

【0016】

一方高圧用圧縮空気取出口 19 は減圧弁 13 を介して高圧用カプラ 15 に接続されている。減圧弁 13 はその入口側の圧縮空気の圧力に拘らず出口側の圧縮空気の最高圧力が定められており、本実施例ではその最高圧力が $10 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ の範囲の所定値に選定されている。従って減圧弁 13 の出口側からはこの最高圧力以下の圧力の圧縮空気を得られる。減圧弁 13 の出力側の圧縮空気は高圧用カプラ 15 を介して図 1 に示した高圧用の空気工具 52 に供給される。

【0017】

減圧弁 12 及び 13 には低圧用圧力計 16 及び高圧用圧力計 17 がそれぞれ取り付けられており、減圧弁 12 及び 13 の出口側の圧縮空気の圧力をモニタできるように構成されている。また低圧用カプラ 14 と高圧用カプラ 15 は寸法が異なり互換性がないので低圧用カプラ 14 には高圧用の空気工具 52 を接続することができず、また高圧用カプラ 15 には低圧用の空気工具 51 は接続することができないように構成されている。このような構成は既に本願発明と同一の出願人により特開平 4-296505 に出願されている。

【0018】

上記空気タンク 10A の一部には圧力センサ 11 が取り付けられており、タンク 10A 内の圧縮空気の圧力が検出される。この検出信号は制御部 40 に供給され、後述のモータの制御に用いられる。また空気タンク 10A の一部には安全弁 10B が取り付けられており、空気タンク 10A 内の圧力が異常に高くなったときにその空気の一部を外部に逃がして安全を確保している。

【0019】

(2) 圧縮空気生成部 20

圧縮空気生成部 20 はシリンダ内にピストンを往復運動させ、シリンダの吸気弁からシリンダ内に引き込まれた空気を圧縮することにより圧縮空気を生成するもので、このように圧縮機自体は既に公知である。例えば本願発明と同一の出願人により出願されている特開平 11-280653 にはモータの回転を、ロータ軸の先端に設けたピニオン及びこれとかみ合うギアを介して出力軸に伝達し、出力軸の運動によりピストンを往復動される機構が開示されている。

【0020】

ピストンがシリンダ内を往復動するとシリンダヘッドに設けられた吸気弁より引き込まれた空気が圧縮され、所定の圧力に達するとシリンダヘッドに設けられた排気弁から圧縮空気が得られる。この圧縮空気は図2のパイプ21を通して前述の空気タンク10Aに供給される。

【0021】

(3) 駆動部30

駆動部30は上述のピストンを往復運動させるための駆動力を発生させるもので図3に示すようにモータ33とモータ駆動回路32及び電源回路31より構成されている。電源回路31は100Vの交流電源310の電圧を整流するための整流回路313及び整流された電圧を平滑し、昇圧した後定電圧にするための平滑・昇圧・定電圧回路314を含んでいる。

【0022】

また電源310の両端の電圧を検出するための電圧検出器311及び負荷電流を検出するための電流検出器312が設けられており、各検出器311及び312の出力信号が後述の制御部40に供給される。これらの検出器311、312は例えば、電源310のブレーカ（図示せず）が切れない範囲で極めて短時間の間、モータ33を超高速回転するような場合等の制御に用いられる。また定電圧回路314により一定の電圧を得るためにも制御部40が関与するが定電圧回路の構成自体は公知であるのでここでは詳しく述べない。

【0023】

モータ駆動回路32は直流電圧からU相、V相、W相の3相のパルス電圧を発生するためのスイッチング用トランジスタ321～326を含んでいる。各トランジスタ321～326のオン・オフは制御部40によって制御される。各トランジスタ321～326に供給されるパルス信号の周波数を制御することによって、モータの回転数を制御している。

【0024】

一例として、モータ33の回転数Nは、0rpm, 1200rpm, 2400rpm, 3600rpmのように、基準値Nの任意の数n倍に多段階に設定され

、この中から選択された回転数で駆動するように制御される。

【0025】

各スイッチング用トランジスタ 321～326 には並列にダイオードが接続されているが、これはモータ 33 のステータ 33A に発生する逆起電力によりトランジスタ 321～326 が破壊するのを防止するためのものである。

【0026】

次にモータ 33 はステータ 33A とロータ 33B を含む。ステータ 33A には U 相、V 相、W 相の巻線 331、332、333 が形成されており、これら巻線 331～333 に流れる電流によって回転磁界が形成される。

【0027】

ロータ 33B は本実施例では永久磁石から構成され、ステータ 33A の巻線 331～333 に流れる電流により形成される回転磁界により回転する。このロータ 33B の回転力が前述の圧力空気生成部 20 (図 1) のピストンを動作させる駆動力になる。

【0028】

モータ 33 にはステータ 33A の巻線の温度を検出するための温度検出回路 334 が設けられ、その検出信号が制御部 40 に供給される。また必要に応じてロータ 33B の回転数を検出する回転数検出回路 335 が設けられ、その検出信号が制御部 40 に供給される。

【0029】

(4) 制御回路部 40

制御回路部 40 は図 1 に示すように中央処理ユニット (以下 CPU と略す) 41、ランダムアクセスメモリ (以下 RAM と略す) 42、及びリードオンリメモリ (以下 ROM と略す) 43 を含む。

【0030】

前述の圧力センサ 11 の検出信号及び温度検出回路 334 の検出信号はインターフェース回路 (以下 I/F 回路と略す) 44、45 を介して CPU 41 に供給される。また CPU からの指令信号は I/F 回路 45 を介して駆動部 30 のモータ駆動回路 32 に供給されスイッチング用トランジスタ 321～326 (図 3)

の制御が行われる。

【0031】

ROM43には図4に示すようなモータの制御プログラムが格納されており、RAM42はそのプログラムの実行に必要なデータや演算結果を一時格納するために用いられる。

【0032】

(5) 制御用のプログラム

図4は本発明の制御回路部40のROM43に格納されているプログラムの一実施例を示すフローチャートである。

図4のステップ101においては初期設定が行われ、モータ33の回転数がN2 (2400rpm) に設定される。次にステップ104においては本発明の空気圧縮機の制御に用いられる回転数のデータが記憶される。本実施例においてはモータ33の回転数Nを4段階、即ちN0、N1、N2、N3に制御する例を示しており、それぞれ、 $N=0\text{ rpm}$ 、 $N1=1200\text{ rpm}$ 、 $N2=2400\text{ rpm}$ 、 $N3=3600\text{ rpm}$ の各速度で制御することができる。勿論本発明はこのような例に限定されるものではなく、回転数Nを多段階に制御することも可能であり、またN0、N1、N2、N3の値も任意に設定することができる。

【0033】

ステップ105においては圧力センサ11 (図2) により空気タンク10A内の圧縮空気の圧力P (T) が検出される。この圧力P (T) は制御回路部40内において適宜A/D変換され、RAM42の中の領域に格納される。

【0034】

次にステップ106においてタンク10A内の圧力Pが 30 kg/cm^2 を超えたか否かの判定が行われ、もし超えた場合はステップ107に進みモータ33の回転を停止するように制御される。即ち、本実施例では空気タンク10Aの圧力を $26\sim 30\text{ kg/cm}^2$ の範囲に維持されるように制御するために、 30 kg/cm^2 を超えた場合にはモータ33の回転を停止し、圧縮空気生成部20の動作を停止する。

【0035】

空気タンク 10A 内の圧力 P が 30 kg/cm^2 を超えていない場合はステップ 112 に進み、 $P(T)$ を測定した時点から 5 秒を経過したか ($\Delta T = 5 \text{ 秒}$) 否かの判定が行われる。これは単に空気タンク 10A 内の圧力を検出するだけでなく、圧力変化率 $\Delta P / \Delta T$ を検出するためである。もし $\Delta T = 5 \text{ 秒}$ を経過したときには再びタンク 10A 内の圧力 $P(T + \Delta T)$ を検出し、その値を制御回路部 40 の RAM 42 に格納する。

【0036】

ステップ 113 においては制御回路部 40 で圧力変化率 $\Delta P / \Delta T$ の算出が行われる。即ち本実施例では $\Delta T = 5 \text{ 秒}$ としてある時点 T におけるタンク内圧力 $P(T)$ と ΔT 後におけるタンク内の圧力 $P(T + \Delta T)$ との差 $\Delta P = P(T + \Delta T) - P(T)$ を求め、次に $\Delta P / \Delta T$ の算出が行われる。通常、タンク 10A の圧力変化は緩やかであるので本実施例では $\Delta T = 5 \text{ 秒}$ としたが、圧力センサ 11 の取付場所や感度に応じて ΔT の値は適宜選定される。

【0037】

次にステップ 114 では回転数遷移テーブルの選定が行われる。制御回路部 40 の RAM 42 には予め図 6、図 7、図 8、図 9 に示すような 4 種類の回転数遷移判定テーブルが格納されている。モータ 33 の現在の回転数 N が初期値の $N_2 (= 2400 \text{ rpm})$ のときは図 6 のテーブルが選択される。また現在の回転数 N が $N_3 (= 3600 \text{ rpm})$ のときは図 7 のテーブルが選択される。同様にして回転数 N が N_1 のときは図 8 のテーブルが、 N が N_0 のときは図 9 のテーブルが選択される。これらのテーブルは何れも縦軸にタンク内の圧力 P 、横軸にタンク内圧力の圧力変化率 $\Delta P / \Delta T$ をとってあり、それらの値からモータ 33 の回転数を決定するために用いられる。

【0038】

図 6 を例にとって説明すると、まずタンク内の圧力 P が 30 kg/cm^2 を超えた場合は $\Delta P / \Delta T$ の値にかかわらず回転数を N_0 にする。つまりモータを停止する。これはタンク内の圧力を常に 26 kg/cm^2 から 30 kg/cm^2 の範囲に保持するように制御しているのであるから当然である。

【0039】

圧力変化率 $\Delta P / \Delta T$ が負であるということは、タンク 10A に供給される圧縮空気よりも消費される圧縮空気の方が多いことを意味するからモータ 33 の現在の回転数 $N2$ ($= 2400 \text{ rpm}$) をこれよりも高い回転数 $N3$ ($= 3600 \text{ rpm}$) に切替える制御が行われる。特に、空気工具 51、52 (図 1) がフル稼働しているような場合は圧縮空気の消費量が多くタンク 10A 内の圧力が急速に低下するおそれがあるので、この例では $\Delta P / \Delta T$ が $-1 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ 以上のときはタンク内の圧力 P が 30 kg/cm^2 にあれば直ちに回転数を $N3$ に切替える。但し圧力変化率 $\Delta P / \Delta T$ が $0 \sim -1 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ と比較的小さい場合は、タンク 10A の圧力 P が 26 kg/cm^2 以上あれば引き続き $N2$ の回転数でモータ 33 を運転し、タンク 10A の圧力 P が 26 kg/cm^2 より下がったときに $N3$ に切替える。また $\Delta P / \Delta T$ が $0 \sim +0.1 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ の範囲にあるとき、即ち圧縮空気の消費よりも供給の方が若干多いときにはタンク 10A 内の圧力 P が 20 kg/cm^2 以上あれば引き続き $N2$ で運転し、これより低下したときに $N3$ に切替える。

【0040】

$\Delta P / \Delta T$ の値が $+0.1 \sim +0.15 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ の範囲にあるときは、タンク 10A 内の圧縮空気の量が増加しつつあることを示しているからタンク内圧力 P が 10 kg/cm^2 以上あれば $N2$ で回転し続け、 10 kg/cm^2 より低下したら $N3$ に切替える。 $\Delta P / \Delta T$ が $+0.15 \sim +0.3 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ と大きくなると、急速にタンク内圧力 P の増加が予測されるのでタンク内の圧力が 10 kg/cm^2 以上あればモータの回転数を現在の $N2$ から $N1$ に低下させるように制御する。

【0041】

以上の説明は現在運転中のモータ 33 の回転数を $N2$ として、これから $N0$ 、 $N3$ 、 $N1$ に遷移する場合であるが、現在の回転数が $N3$ 、 $N1$ 、 $N0$ の場合には図 7、図 8、図 9 のように異なったパターンにより遷移するように制御される。

【0042】

図 4 に戻り、ステップ 115 においては $P(T + \Delta T)$ 、 $\Delta P / \Delta T$ から、選

択された判定テーブルを検索し、モータ 33 の回転数を決定する。

ステップ 116 では上記のステップ 115 で選択された回転数 N が $N3$ ($=3600 \text{ rpm}$) か否かを判定し、肯定 (YES) の場合は次のステップ 121 に進み、モータ 33 の温度 t が測定される。即ち回転数遷移判定テーブルからモータ 33 の回転数を高速の $N3$ にする必要があると判断された場合でもモータ 33 の温度に応じて $N3$ を最終的に選択するか否かを決定するためである。このモータ温度 t は通常はモータ巻線 331 ~ 333 の温度が測定されるが本発明はこれに限定されるものではない。

【0043】

次にステップ 122 において測定された温度 t が所定値より大きいかが判定される。この実施例では所定値は 120°C に設定されているが本発明はこれに限定されるものではない。ステップ 122 の判定が否定 (NO) のときは、モータ 33 の温度が 120°C 以下であり、更にモータの回転速度を増加させても支障ないと判断しモータ 33 の回転数 N を $N3$ ($=3600 \text{ rpm}$) の高速にする (ステップ 123)。一方、ステップ 122 の判定が肯定 (YES) のときは、これ以上モータ 33 の回転数を増大するとモータ 33 が過度に温度上昇し、空気圧縮機の効率が低下すると判断してモータ 33 の回転数 N を中速の $N2$ ($=2400 \text{ rpm}$) に設定する。

【0044】

このように本発明はタンク内の圧力変化に応じてモータ 33 の回転速度が制御されるだけでなく、モータ温度、特にモータ巻線温度も検出し、この温度に応じて回転数が制御されるのでモータ 33 の過昇温を防止することができる。

【0045】

次に本発明空気圧縮機の制御プログラムの他の実施例について図 5 を参照して説明する。

【0046】

まずステップ 101 において初期設定を行い、モータ 33 の回転数 N を $N2 = 2400 \text{ rpm}$ に設定することは図 4 と同様である。この実施例では圧力タンク 10A の圧力センサ 11 により検出された信号を制御回路部 40 に取り込むため

のサンプリング周期 ΔT は二種類として短周期 ΔT_1 は0.05秒、長周期 ΔT_2 は5秒とする。即ち $i = 0, 1, 2, 3 \dots 100$ として $P(i-1)$ と $P(i)$ との差から0.05秒に1回タンク内圧力の変化を検出すると共に、 $P(i=0)$ と $P(i=100)$ との差から5秒間に1回圧力変化を検出する。本実施例では短時間の周期を0.05秒としたが、これは1回に大量の空気を消費する釘打機等が作動したときに生ずるタンク内圧力のリップルを検出するために設定された周期であり、使用される空気工具等にも依存する値であるから本発明が必ずしもこの数値に限定されるものでないことはもちろんである。同様に長時間の周期の5秒は、空気工具の使用状態によるタンク内圧力変化を検出するために設定された周期であるから一つの例示であってこの数値に限定される訳ではない。

【0047】

次にステップ104に進み、本発明の空気圧縮機の制御に用いられる回転数のデータを記憶する。この実施例ではモータ33の回転数 N を $N_0 (=0 \text{ rpm})$ 、 $N_1 (1200 \text{ rpm})$ 、 $N_2 (2400 \text{ rpm})$ 、 $N_3 (3600 \text{ rpm})$ の4段階に制御するので、それぞれ N_0 、 N_1 、 N_2 、 N_3 の値がRAM42の適当な領域に記憶される。モータ33の速度を更に多段階に設定することは容易であるが、少なくとも3段階以上であることが望ましい。

【0048】

次にステップ105に進みタンク10Aの圧縮空気の圧力 $P(i)$ を測定し、これを記憶する。ステップ106においては測定した圧力 $P(i)$ が 30 kg/cm^2 より大きいかな否かを判定し、その判定が肯定(YES)のときはステップ107に進みモータ33の回転数 N を $N_0 (0 \text{ rpm})$ に設定する。即ち本実施例ではタンク10Aの圧力を $20 \text{ kg/cm}^2 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ に維持するように制御する例を示しており、従ってタンク内圧力が 30 kg/cm^2 を超えるとモータ33の回転が止められる。

【0049】

ステップ106における判定が否定(NO)のときはステップ108に進み、 $(i+1)$ を (i) と代入され、ステップ109においてタンク内圧力 $P(i)$ が測定され、その値が先の $P(i-1)$ と共に記憶される。更にステップ110

において CPU 41 により短時間周期 $\Delta T 1$ における圧力変化率 $\Delta P 1 / \Delta T 1$ ($= (P(i) - P(i-1)) / 0.05$) が算出される。

【0050】

更にステップ 111 では上述の短周期の圧力変化率 $\Delta P 1 / \Delta T 1$ が所定値より小さいか否かが判定される。この判定は圧力タンク 10 A に接続された空気工具が連続釘打ちなどのように短時間に多量の空気を消費する態様で作動しているか否かを判定するもので、本実施例では所定値を -1 として設定されている。連続釘打ちをすると、タンク内圧力が脈動し、圧力変化のリップルが大きくなる。そして $\Delta T 1$ における $\Delta P 1$ の減少が (-1) より大きい (つまり $\Delta P 1 / \Delta T 1 < -1$) ときにはそのリップルの大きさより判断して連続釘打ち等の態様で空気工具が使用されていると判定してステップ 125 に進む。

【0051】

ステップ 125 では電源回路 31 (図 3) における電源 310 の電圧 (V) が検出器 311 によって検出され、更にステップ 126 でその値が所定値より小さいか否かが判定される。本実施例では上記の所定値は 90 V に設定されている。即ち空気工具による空気消費量が大いときには直ちにモータ 33 の回転数を上昇して圧縮空気の生成量を増大することが望ましいが、例えばタンク 10 A に他の空気工具も接続され使用されているような場合は負荷が大きくなり電源回路 31 (図 3) のブレーカ (図示せず) が作動してしまうことがあるのでこれを避けるために電源電圧 V の大きさが所定値 (90 V) より小さいか否かをステップ 126 で判定しているのである。このステップ 126 の判定が肯定 (YES) のとき、つまり通常 100 V である電源電圧が 90 V 以下に低下しているということは、他の空気工具等の使用により電源 310 の負荷が相当大きいと判断してモータ 33 の回転数 N を $N 2 (= 2400 \text{ rpm})$ に維持する。

【0052】

電源 310 の電圧が 90 V 以上あるときは次にステップ 127 に進み、電流検出器 312 によって電源回路 31 に流れる電流 I が検出される。そしてステップ 128 において測定された電流 I が所定値より小さいか否かが判定される。本実施例では上記の所定値が 30 A に設定されている。この判定が肯定 (YES) の

ときは、モータ 33 の回転数 N を現状以上に上昇すると電源 310 のブレーカが切断する可能性があるかと判定して、やはりステップ 132 に進みモータ 33 の回転数を $N2 (= 2400 \text{ rpm})$ に維持する。

【0053】

ステップ 128 の判定が否定 (NO) のときはステップ 129 に進みモータ 33 におけるステータ 331 の巻線温度 t が測定され、更にステップ 130 においてこの巻線温度 t が所定値より大きいかなんかが判定される。本実施例では上記の所定値は 120°C に設定されている。モータ巻線の温度 t が 120°C 以上の状態でモータ 33 の回転数を更に増加するとモータ 33 の温度が過度に上昇し、モータの運転に支障をきたすおそれがあると共に、過度の温度上昇により圧縮空気生成部 20 の圧縮空気生成効率を著しく低下させるおそれがあるのでステップ 130 の判定が肯定 (YES) のときはやはりステップ 132 に進み、モータ 33 の回転数 N を $N2 (= 2400 \text{ rpm})$ に維持する。

【0054】

ステップ 130 の判定が否定 (NO) のときはステップ 131 に進み、モータ 33 の回転数 N が $N3 (= 3600 \text{ rpm})$ に設定される。

【0055】

次にステップ 133 では再び $i = 0$ としてステップ 134 でタンク 10A の内圧 $P(i)$ が 30 kg/cm^2 より大きいかなんかが判定される。この判定が肯定 (YES) の場合はステップ 107 に戻ってモータ 33 の回転を止める。ステップ 134 の判定が否定 (NO) の場合はステップ 135 で $i + 1$ を i に置き換える演算を行い、ステップ 136 では i が 100 になったかなんか、つまり 5 秒経過したかなんかが判定される。この判定が肯定 (YES) の場合は $i = 0$ と置き (ステップ 102)、ステップ 104 に戻る。上記のステップ 134 ~ 136 は、0.05 秒毎にモータ 33 の回転数が切り替わると不快感を覚えるので 5 秒間は同一の回転数を維持するように制御するためである。

【0056】

一方、前述のステップ 111 における判定が否定 (NO) の場合、つまり短時間 (0.05 秒) におけるタンク内の圧力変化率が所定値より小さい場合はステ

ップ112に進み、時間が $\Delta T2$ 秒(=5秒)経過したか否か判定される。この判定が否定(N O)の場合はステップ106に戻るが、肯定(Y E S)の場合はステップ113に進み、長時間(5秒)における圧力変化率 $\Delta P2 / \Delta T2$ (= $(P(i=100) - P(i=0)) / 5$)の算出が行われる。

【0057】

次にステップ114では回転数遷移テーブルの選定が行われる。ステップ114～116は図4の実施例と同じであるので説明は省略する。この結果、選択された回転数NがN3(=3600 r p m)の場合は(ステップ116)、次のステップ117～122の判定により電源電圧Vが90 V以上、且つ負荷電流Iが30 A以下、且つモータ巻線温度tが120℃以下か否かが判定される。このステップ117～122の機能は前述のステップ125～130と同じであるので詳細な説明は省略するが、要するに電源ブレーカ(図示せず)の作動を防止し、且つモータ33の過昇温防止のためのフローである。

【0058】

これらのステップ117～122の判定の結果、モータ33の回転数Nを最高速の3600 r p mに切換えてもブレーカが切断したりモータ33の温度が過度に上昇しないと判断された場合はステップ123に進み $N=N3$ (=3600 r p m)にモータ速度が設定される。しかしその条件を満たさない場合はステップ124に進みモータ33の回転数NはN2に維持される。即ち本発明においては短時間(0.05秒)の圧力変化率が大きい場合及び長時間(5秒)の圧力変化率が大きい場合には空気消費量が多くなると予測してモータ33の回転数をN3に上昇させるが、モータ33の負荷がすでに相当重く、ブレーカが切断するおそれがあったりモータ巻線温度が過度に上昇するおそれがある場合はN2に維持するという制御が行われる。

【0059】

【発明の効果】

以上の説明によって明らかなように本発明はタンク内の圧力に応じてモータの回転数を多段階に制御する空気圧縮機において、モータの温度が所定値以上の場合には高速回転させずに中速回転させるようにしたのでモータ温度が過度に上昇

し、効率が低下するのを防止することができる。

【0060】

またモータの電源回路の電源電圧及び負荷電流を検出する検出回路を有し、電源電圧が所定値より低く、負荷電流が所定値より大きい場合にはモータを高速回転させないように構成したのでモータ巻線温度が過度に上昇したり電源ブレーカが作動するのを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる空気圧縮機の一実施例を示す概念図。

【図2】 本発明にかかる空気圧縮機の一実施例を示す上面図。

【図3】 本発明空気圧縮機におけるモータ駆動回路の一実施例を示す回路図。

【図4】 本発明空気圧縮機の制御に用いられるプログラムの一実施例を示すフローチャート。

【図5】 本発明空気圧縮機の制御に用いられるプログラムの他の実施例を示すフローチャート。

【図6】 本発明空気圧縮機の制御に用いられる回転数遷移テーブルの説明図。

【図7】 本発明空気圧縮機の制御に用いられる回転数遷移テーブルの説明図。

【図8】 本発明空気圧縮機の制御に用いられる回転数遷移テーブルの説明図。

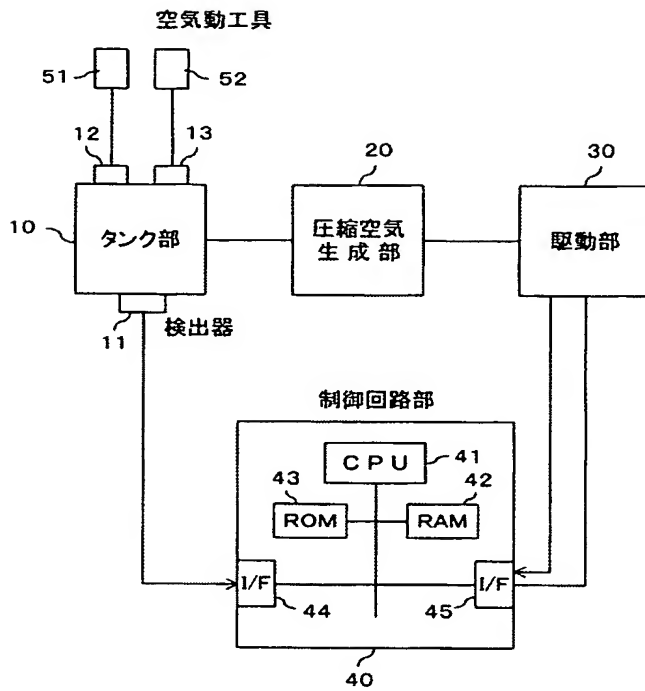
【図9】 本発明空気圧縮機の制御に用いられる回転数遷移テーブルの説明図。

【符号の説明】

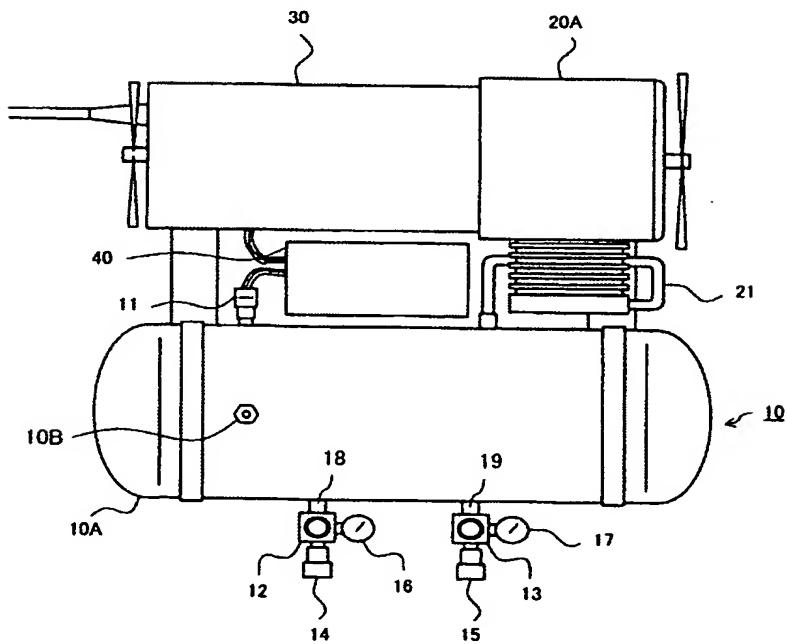
10：タンク部、10A：圧力タンク、10B：安全弁、11：圧力センサ、12、13：減圧弁、14、15：カップラ、16、17：圧力計、18、19：取出口、20：圧縮空気生成部、21：パイプ、30：駆動部、31：電源回路、32：モータ制御回路、33：モータ、33A：ステータ、33B：ロータ、311：電圧検出器、312：電流検出器、334：温度検出回路、335：回転数検出回路、40：制御回路部、41：CPU、42：RAM、43：ROM、44、45：I/F回路

【書類名】 図面

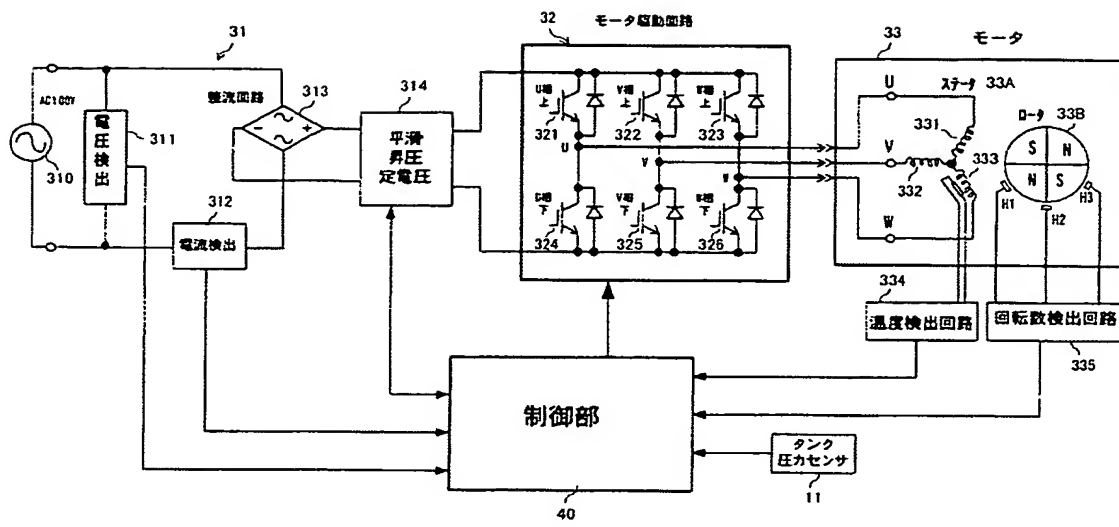
【図 1】



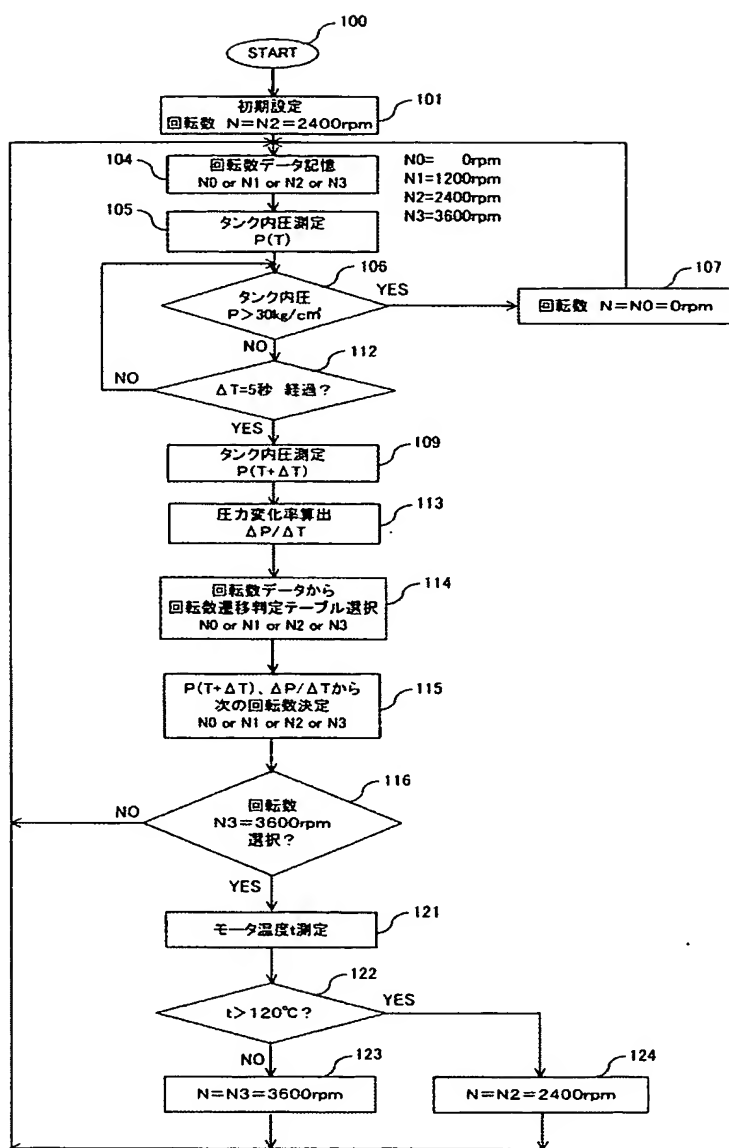
【図 2】



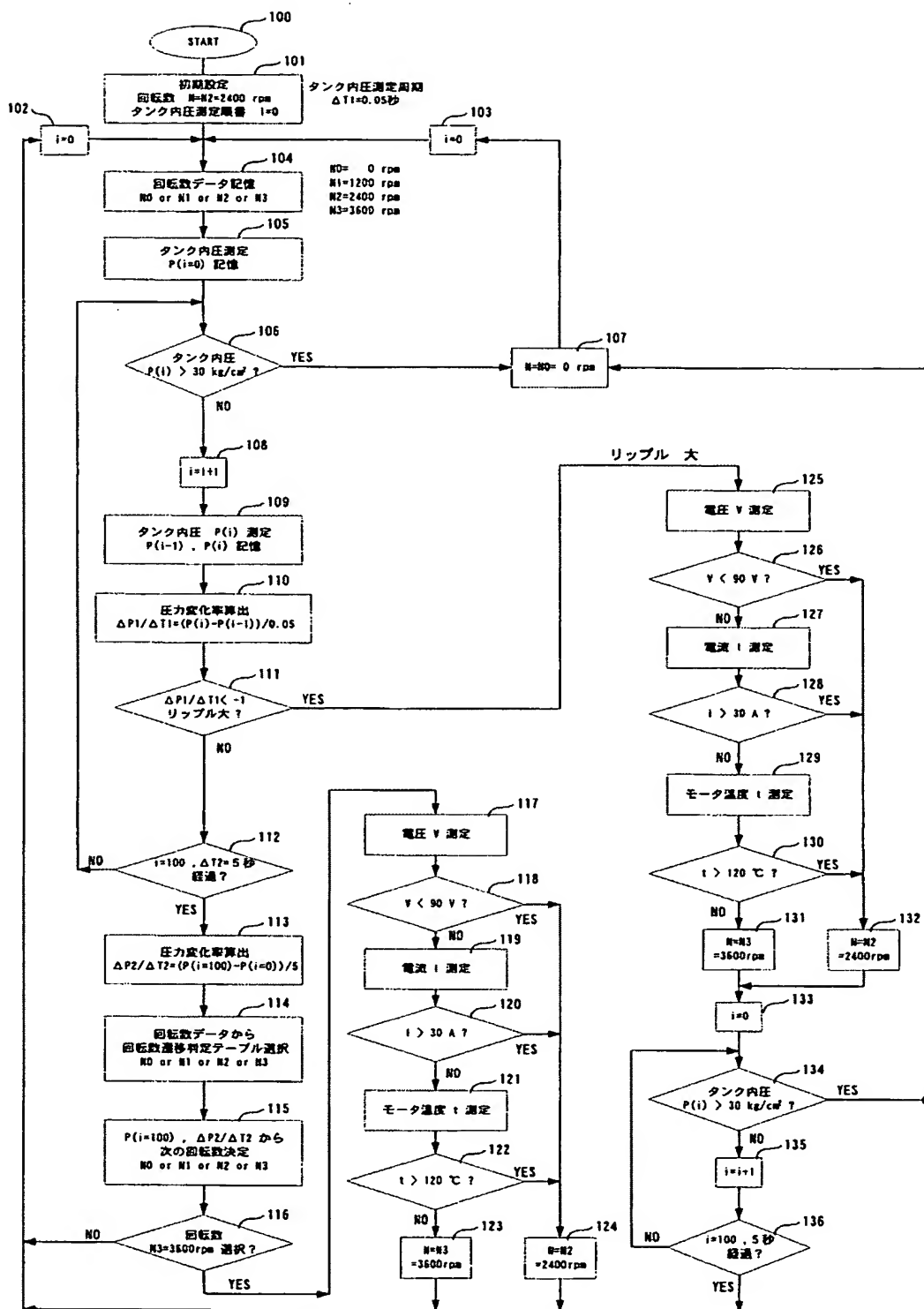
【図 3】



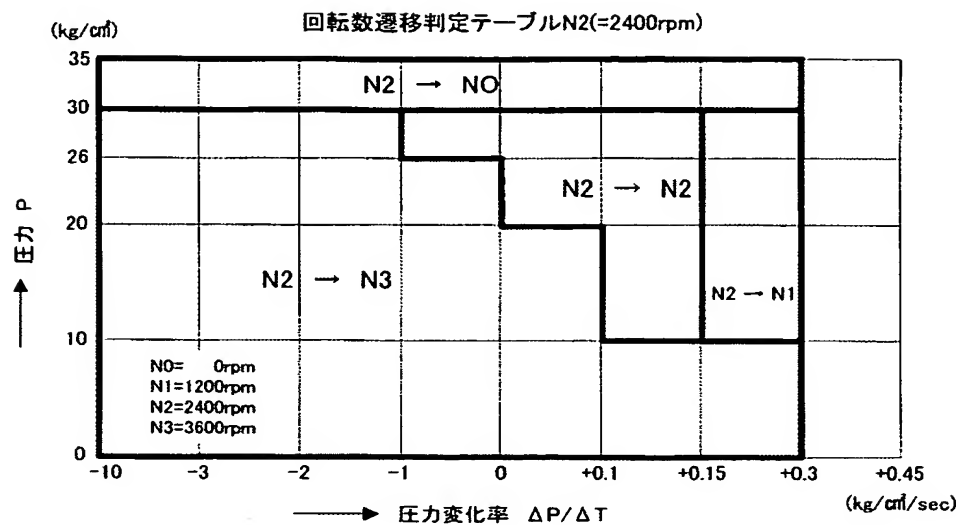
【図 4】



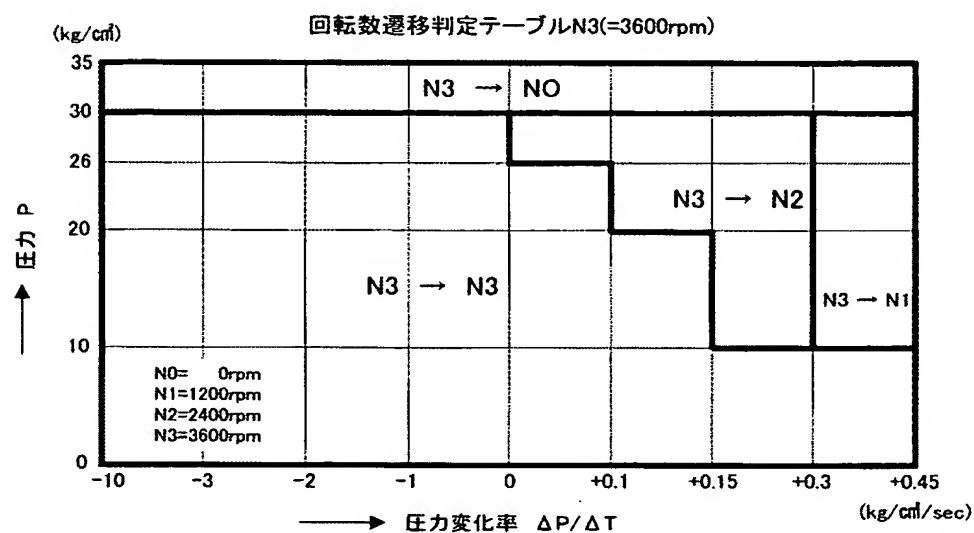
【図 5】



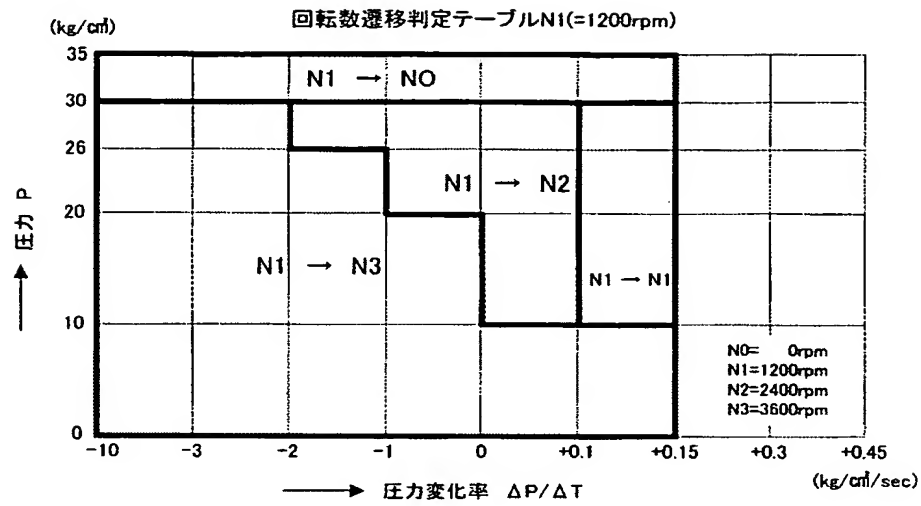
【図 6】



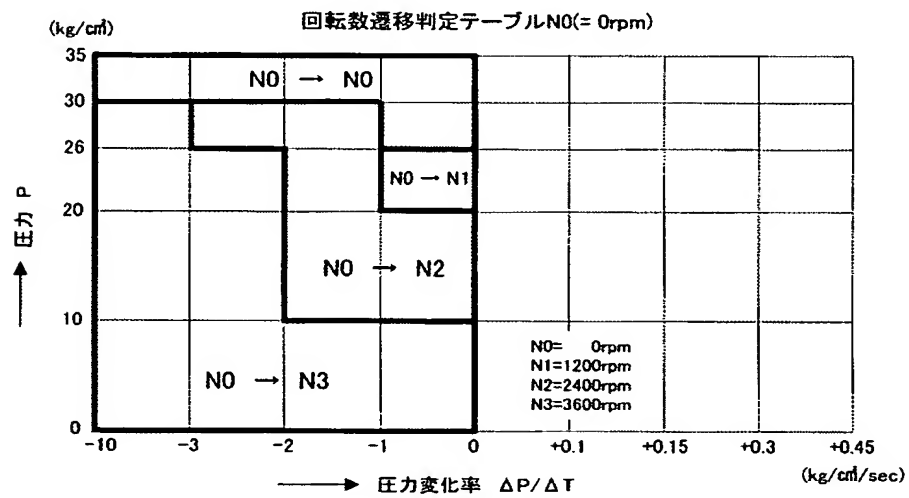
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の課題は空気タンクの圧力に応じてモータの回転数を多段階に制御する空気圧縮機においてモータの巻線温度が過度に上昇するのを防止することにある。

【解決手段】 空気工具に用いられる圧縮空気を貯留するタンク部と、圧縮空気を生成し、上記タンク部に供給するための圧縮空気生成部と、該圧縮空気生成部を駆動するためのモータを有する駆動部と、該駆動部を制御するための制御回路部と上記駆動部のモータの温度を検知する温度センサを有し、上記制御回路部が上記温度センサの検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御するように構成した。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 1 0 9 7 6 7 |
| 受付番号 | 5 0 3 0 0 6 1 9 1 5 6 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第三担当上席 0 0 9 2 |
| 作成日 | 平成 1 5 年 4 月 1 6 日 |

< 認定情報・付加情報 >

| | |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 4月15日 |
|-------|-------------|

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 0 9 7 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 9 4]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 8 月 2 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区港南二丁目 1 5 番 1 号

氏 名

日立工機株式会社